

INF-127



PATENT

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re the Application of:

BAIER ET AL.

Serial No. 10/756,360

Art Unit: 2812

Filed: January 14, 2004

Examiner: Unknown

For: METHOD FOR INTRODUCING STRUCTURES WHICH HAVE DIFFERENT
DIMENSIONS INTO A SUBSTRATE

CLAIM TO PRIORITY UNDER 35 U.S.C. § 119

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior application filed in the
following foreign country is hereby requested and the right of the priority provided under 35
U.S.C. § 119 is hereby claimed:

German Patent Appln. No. 103 01 291.5 filed January 15, 2003

In support of this claim, filed herewith is a certified copy of said foreign
application.

Respectfully submitted,

By:

Michael A. Oblon
Reg. No. 42,956

Date: June 7, 2004
SHAW PITTMAN LLP
1650 Tysons Boulevard
McLean, VA 22102
Tel: (703) 770-7645



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 103 01 291.5

Anmeldetag: 15. Januar 2003

Anmelder/Inhaber: Infineon Technologies AG, 81669 München/DE

Bezeichnung: Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensionierung aufweisenden Strukturen in ein Substrat

IPC: H 01 L 21/768

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 21. Januar 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Klostermeyer'.

Klostermeyer

MÜLLER • HOFFMANN & PARTNER – PATENTANWÄLTE

European Patent Attorneys – European Trademark Attorneys

Innere Wiener Strasse 17
D-81667 München

Anwaltsakte: 12381

Ko/Bg/mk

Anmelderzeichen: 2002P16132 DE
(DD402)

15.01.2003

Infineon Technologies AG

St.-Martin-Straße 53
81669 München

**Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensionierung
aufweisenden Strukturen in ein Substrat**

Beschreibung

Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensionierung aufweisenden Strukturen in ein Substrat

5

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensionierung insbesondere hinsichtlich der Tiefe aufweisenden Strukturen in ein Substrat.

10

Strukturen mit unterschiedlicher Dimensionierung insbesondere hinsichtlich der Tiefe in einem Substrat finden in der VLSI (Very Large Scale Integration) Technologie sehr häufig Anwendung. Ein Beispiel dafür ist die Mehrlagenmetallisierung.

15

Zwei übereinander liegende durch eine elektrisch isolierende Zwischenschicht voneinander getrennte Metall- oder Leiterbahnebenen werden durch Kontaktstrukturen, die senkrecht zu den Ebenen verlaufen, elektrisch leitend miteinander verbunden. Die Kontaktstrukturen werden auch als Kontaktlöcher bezeichnet, die in die isolierende Zwischenschicht eingebracht und in der Regel mit einem Metall aufgefüllt werden und sich von einer oberen Leiterbahnebene bis zur nächstgelegenen unteren Leiterbahnebene erstrecken.

20

25

Ein zur Zeit gebräuchliches Verfahren zur Strukturierung einer Leiterbahnebene mit Kontaktlöchern ist der duale Damaszener Prozess, bei dem Leiterbahnen und Kontaktlöcher als ein Inlay in die isolierende Zwischenschicht eingebracht werden.

30

Bei einem einfachen damaszener Prozess werden Strukturen mit einer bestimmten Tiefe, also Leiterbahn oder Kontaktlöcher, in ein zu strukturierendes Substrat hineingeätzt und die geätzten Vertiefungen im Substrat mit einem Material, bei Leiterbahnen z.B. Metall, aufgefüllt. Überschüssiges Material auf der Oberfläche des Substrats wird durch Rückätzung oder einen CMP (Chemical Mechanical Polishing) Schritt wieder ent-

fernt. Der duale Damaszener Prozess ermöglicht es, Strukturen mit zwei verschiedenen Tiefen im Substrat, also z.B. Kontaktlöcher und Leiterbahnen, in der beschriebenen Weise als Inlay zu strukturieren. Für einen dualen Damaszener Prozess werden
5 zwei Lithografieebenen mit jeweils einer auf das Substrat abzubildenden die Anordnung der Strukturen enthaltenden Maske benötigt, wobei die eine Maske die Anordnung der flacheren Struktur z.B. Leiterbahnen und die andere Maske die Anordnung der tieferen Struktur z.B. Kontaktlöcher vorgibt.

10 Die Strukturierung des Substrats für einen dualen Damaszener Prozess zum Einbringen von Leiterbahnen und Kontaktlöchern in das Substrat ist in der Figur 1 grob skizziert. Das zu strukturierende Substrat 4 wird mit einer fotoempfindlichen
15 Schicht 1 versehen, auf die anschließend die eine Leiterbahn-anordnung enthaltende Maske 14 mittels eines Lithografie-schrittes abgebildet wird. Nach der Strukturierung der fotoempfindlichen Schicht 1 bei der die fotoempfindliche Schicht 1 partiell geöffnet und in den Öffnungen 10 das Substrat 4
20 sichtbar wird, erfolgt das Ätzen der Gräben für die Leiterbahnen 11 in das Substrat 4 bis zu einer vorgegebenen Tiefe. Die fotoempfindliche Schicht 1 wird entfernt und durch eine neue fotoempfindliche Schicht 1' ersetzt. Auf die neue fotoempfindliche Schicht 1' wird in einem zweiten Lithografie-
25 schritt die eine Kontaktlochanordnung aufweisende Maske 15 abgebildet. Nach der Strukturierung der neuen fotoempfindlichen Schicht 1' erfolgt das Ätzen der tiefen Gräben für die Kontaktlöcher 12 in das Substrat 4. Abschließend werden alle Strukturen im Substrat 4 mit Metall aufgefüllt und überschüs-
30 siges Metall auf der Oberfläche des Substrats 4 wird wieder entfernt.

Die Reihenfolge kann auch umgekehrt werden, also erst Strukturierung der Kontaktlöcher und dann Strukturierung der Lei-

terbahnen. Auf jeden Fall erfordert das Einbringen von Strukturen mit zwei verschiedenen Tiefen zwei Lithografieebenen, die präzise aufeinander abgestimmt sein müssen. Zum einen müssen die beiden Maskenlayouts zueinander passen, zum anderen müssen sie hoch präzise aufeinander abgebildet werden, wobei der kleinste Versatz in der Abbildung die gesamte Strukturierung unbrauchbar werden lässt. Bei der Justierung der zweiten Maskenebene bezüglich der ersten geht die Überdeckungsgenauigkeit des Belichtungsgerätes ein, d.h. die Güte der Justierung der beiden Maskenebenen zueinander ist begrenzt. Die Fehlerintoleranz bezüglich eines Versatzes der Strukturen führt zu einer Reduzierung der Ausbeute in der Produktion, was wiederum die Kosten für VLSI Produkte steigert.

Der Erfindung liegt daher die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Tiefe aufweisenden Strukturen in ein Substrat zur Verfügung zu stellen, bei dem nur eine Lithografieebene benötigt wird. Außerdem ist es Aufgabe der Erfindung eine Maske zur Durchführung des Verfahrens zur Verfügung zu stellen.

Diese Aufgabe wird mit einem Verfahren gemäß Patentanspruch 1 und einer Maske zur Durchführung des Verfahrens gemäß Patentanspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen des erfindungsgemäßen Verfahrens ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Das erfindungsgemäße Verfahren beruht darauf, eine die Information bezüglich einer Tiefe von Strukturen in einem Substrat speichernde Schicht auf das Substrat aufzubringen. Nach einer partiellen Öffnung der Schicht in einem ersten Ätzschritt werden zunächst die tieferen Strukturen in das Substrat eingebracht. Die Information über die weniger tiefen Strukturen bleibt dabei als noch nicht geöffnete Gräben in der Schicht

gespeichert. Damit lassen sich Strukturen, die im Substrat eine unterschiedliche Tiefe aufweisen, mit nur einer Lithografieebene, nur einer die Anordnung der Strukturen enthaltenden Maske, und nur einem Ätzprozess in einer einzigen Ätzkammer in das Substrat einbringen.

Die Vorteile des erfindungsgemäßen Verfahrens sind evident: Anstelle von zwei Masken ist nur noch eine Maske, die die Anordnung von tieferen und flacheren Strukturen enthält, erforderlich. Das Aufeinanderabstimmen von zwei verschiedenen Maskenlayouts entfällt. Außerdem wird eine zu einer reduzierten Ausbeute führende Fehlerquelle, die sich aus einem Versatz bei der Abbildung der zwei Masken zueinander ergibt, vermieden. Da Justierung, Belichtung und Ätzung der zweiten Lithografieebene nicht mehr nötig sind, kann der Durchsatz in der Produktion gesteigert werden, was direkt die Kosten senkt.

Um die die Information bezüglich der Tiefe der Strukturen speichernde zweite Schicht nur partiell für die tieferen Strukturen zu öffnen, wird für den ersten Ätzschritt ein Ätzverfahren verwendet, das schräge Seitenwände erzeugt. Dieses Verfahren hat den Vorteil, dass als zusätzlicher Verfahrensparameter der Böschungswinkel α zwischen den schrägen Seitenwänden und einer Horizontalen durch einstellbare Ätzprozessparameter steuerbar ist.

Damit ist auch eine Dicke h der zweiten Schicht wählbar, denn die Dicke h berechnet sich bei einer vorgegebenen Breite CD_1 der flachen Struktur im Substrat in Abhängigkeit vom Böschungswinkel α nach $h = (1+x) \frac{1}{2} CD_1 \tan \alpha$, wobei x im Bereich $0 \leq x \leq 1$ wählbar ist. Vorteilhaft ist, dass die für eine Gesamtprozessführung geeignete Dicke der zweiten Schicht über den Böschungswinkel α einstellbar ist.

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens ergibt sich daraus, dass sich eine Breite CD_3 mit der die tiefen Strukturen im Substrat an der Oberfläche der zweiten Schicht vorzusehen sind, nach $CD_3 = CD_2 + (1+x) CD_1$ berechnet, wobei

5 CD_2 die vorgegebene Breite der tiefen Struktur im Substrat bezeichnet. CD_3 ist also unabhängig von der Dicke der zweiten Schicht und vom Böschungswinkel α und hängt im wesentlichen vom Design, das die Breiten der Strukturen im Substrat vorgibt, ab. Der Vorteil besteht darin, dass sich eine Maske zum

10 Einbringen von Kontaktlöchern und Leiterbahnen in ein Substrat unabhängig von einem speziellen Ätzprozess mit einer geeigneten Strukturierung vorsehen lässt. Die Dimensionierung der Struktur für das Kontaktloch erfolgt gemäß der berechneten Breite CD_3 . Leiterbahnlängen und eine Krümmung der Leiterbahnen können frei gewählt werden.

15

Ein alternatives Verfahren zu dem schräge Seitenwände erzeugenden Ätzverfahren ist ein Ätzverfahren, dessen Ätzgeschwindigkeit abhängig ist von dem Verhältnis von Tiefe zu Breite,

20 also vom Aspektverhältnis der zu ätzenden Struktur. Bei einem solchen Verfahren werden breite Strukturen schneller als weniger breite Strukturen in die Tiefe geätzt. Die partielle Öffnung der zweiten Schicht wird durch die Wahl der Ätzdauer erreicht.

25

Im Folgenden wird das erfindungsgemäße Verfahren anhand der Figuren näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 Eine schematische Abfolge der dem Stand der Technik entsprechenden Verfahrensschritte zum Einbringen von Strukturen mit unterschiedlicher Tiefe in ein Substrat,

30

Fig. 2 eine schematische Abfolge der erfindungsgemäßen Verfahrensschritte zum Einbringen von Strukturen mit unterschiedlicher Tiefe in ein Substrat,

Fig. 3 eine Skizze von Strukturen in der Draufsicht auf die zweite Schicht und von der Seite mittels eines Längsschnittes durch die zweite Schicht,

Fig. 4 eine Skizze von erfindungsgemäß hergestellter Leiterbahn mit Kontaktlöchern in der Draufsicht.

Die dem Stand der Technik entsprechenden Verfahrensschritte zum Einbringen von Strukturen mit unterschiedlicher Dimensionierung insbesondere hinsichtlich der Tiefe in ein Substrat 4, dargestellt in der Figur 1a - f, wurden bereits am Anfang näher erläutert.

Demgegenüber sind in der Figur 2a - i die wesentlichen Prozessschritte des erfindungsgemäßen Verfahrens skizziert, bei dem das Substrat 4 mit einem Stapel bestehend aus wenigstens zwei Schichten unterschiedlicher Materialien bedeckt und auf die oberste Schicht eine fotoempfindliche Schicht 1 aufgetragen wird. Auf die fotoempfindliche Schicht 1 werden die durch eine erfindungsgemäße Maske 13 vorgegebenen, im Substrat 4 eine unterschiedliche Tiefe aufweisenden Strukturen mittels eines Lithografieschrittes abgebildet, in der erfindungsgemäßen Art und Weise, dass im Substrat 4 herzustellende tiefe Strukturen 9 auf der Maske 13 größer dimensioniert werden als im Substrat 4 herzustellende flache Strukturen 8. Die im Lithografieschritt belichtete fotoempfindliche Schicht 1 wird mittels eines Ätzschrittes strukturiert, wobei sich kleine und große Öffnungen 5, 7 in der fotoempfindlichen Schicht 1 ergeben.

Die durch die fotoempfindliche Schicht 1 vorgegebene Struktur wird in die unter der fotoempfindlichen Schicht 1 liegende

erste Schicht 2 des Schichtstapels übertragen, so dass auch dort erfindungsgemäß größere und kleinere Öffnungen 5,7 entstehen. Anschließend wird die unter der ersten Schicht 2 liegende zweite Schicht 3 aus dem Schichtstapel in einem ersten Ätzschritt in der erfindungsgemäßen Art und Weise geätzt, dass an den Stellen, an denen die darüber liegende, die Struktur enthaltende erste Schicht 2 des Schichtstapels eine große Öffnung 7 aufweist, die zweite Schicht 3 geöffnet und das Substrat 4 sichtbar wird, und an den Stellen, an denen die erste Schicht 2 eine kleine Öffnung 5 aufweist, die zweite Schicht 3 noch geschlossen bleibt. An den Stellen an denen die erste Schicht 2 eine kleine Öffnung 5 aufweist wird in die zweite Schicht 3 zwar auch hineingeätzt, aber erfindungsgemäß nicht so tief, dass eine Öffnung zum Substrat 4 entsteht. Dann wird in einem zweiten Ätzschritt selektiv zur zweiten Schicht in das Substrat 4 bis zur gewünschten Tiefe der tiefen Strukturen 9 hineingeätzt. Erfindungsgemäß wird in einem dritten Ätzschritt die zweite Schicht 3 an allen Stellen, an denen die erste Schicht 2 eine Öffnung aufweist, geöffnet. Anschließend wird auf die zweite Schicht 3 eine weitere fotoempfindliche Schicht 1'', mit der alle Öffnungen wieder gefüllt werden, aufgetragen. Dann wird die weitere fotoempfindliche Schicht 1'' bis unter einen unteren Rand der zweiten Schicht 3 in den tiefen Strukturen 9 und gänzlich in den kleinen Öffnungen 5 für die flachen Strukturen 8 wieder zurück geätzt. Anschließend wird in einem vierten Ätzschritt in das Substrat 4 bis zur gewünschten Tiefe der flachen Strukturen 8 hinein geätzt. Das Aufbringen der weiteren fotoempfindlichen Schicht 1'' ist notwendig, wenn eine Schicht, auf der die tiefen Strukturen landen, geschützt werden muss, oder wenn die Breite der tiefen Strukturen durch den vierten Ätzschritt zu stark aufgeweitet werden würde. Wenn beides unproblematisch ist, kann das Aufbringen der weiteren fotoempfindlichen Schicht 1'' auch weggelassen werden.

Ein Beispiel für einen möglichen Schichtstapel ist ein Schichtstapel bestehend aus den Materialien fotoempfindlicher Lack, SiO_2 , Polysilizium, SiO_2 .

5 Das erfindungsgemäße Verfahren beruht also darauf, eine die Information bezüglich der Dimensionierung der Strukturen im Substrat 4 speichernde Schicht, hier also die zweite Schicht 3, auf das Substrat 4 aufzubringen. Durch die partielle Öffnung der zweiten Schicht 3 im ersten Ätzschritt und das anschließende Ätzen der tiefen Strukturen in das Substrat 4, während die Information über die flachen Strukturen noch in der zweiten Schicht 3 gespeichert bleibt, lassen sich Strukturen, die im Substrat 4 eine unterschiedliche Tiefe aufweisen, mit nur einer Lithografieebene, nur einer die Anordnung der Strukturen enthaltenden Maske 13, und nur einem Ätzprozess in das Substrat 4 einbringen.

Die lateralen Abmessungen der tiefen und der flachen Strukturen im Substrat bzw. an der Substratoberfläche sind durch ein Design, das eine Anordnung von Strukturen vorgibt, bestimmt.

20 In der Figur 3 wird die durch das Design vorgegebene Breite der flachen Struktur 8 mit CD_1 und die durch das Design vorgegebene Breite der tiefen Struktur 9 mit CD_2 bezeichnet. Mit CD_3 wird die erfindungsgemäße Breite der Öffnung 10 in der ersten Schicht 2 für das Einbringen der tiefen Struktur in das Substrat 4 bezeichnet. Die partielle Öffnung der zweiten Schicht 3 kann mittels eines im ersten Ätzschritt schräge Seitenwände 6 erzeugenden Ätzprozesses erreicht werden, wobei der Böschungswinkel α der schrägen Seitenwände 6 durch die gewählten Ätzprozessparameter festgelegt wird. Die Dicke h mit der die zweite Schicht vor zu sehen ist, hängt von CD_1 , vom Böschungswinkel α und von dem gewünschten Abstand h_1 zwischen der geätzten Tiefe h_2 und dem Ende der zweiten Schicht 3 ab, wobei $h = h_1 + h_2$ gilt. Wie anhand der Figur 3b zu se-

hen ist, ergibt sich h_2 zu $1/2(CD_1 \cdot \tan \alpha)$. h_1 kann willkürlich gewählt werden, also z.B. $(x \cdot h_1)$, wobei $0 \leq x \leq 1$ gilt. Dann ergibt sich für die Dicke h der zweiten Schicht 3, $h = (1+x)h_2 = (1+x) 1/2(CD_1 \cdot \tan \alpha)$. Wie aus der Figur 3c zu entnehmen ist, lässt sich CD_3 zu $CD_3 = CD_2 + 2y = CD_2 + 2h/\tan \alpha = CD_2 + (1+x)CD_1$ angeben. CD_3 ist demnach unabhängig vom Böschungswinkel und von der Dicke h der zweiten Schicht 3 und ist so zu wählen, dass die zweite Öffnung der zweiten Schicht 3 zum Substrat 4 hin die Breite CD_2 aufweist.

10 Beispielrechnung: Es werden $CD_1 = 110$ nm, $CD_2 = 110$ nm, $x = 10\%$ und $\alpha = 80$ Grad vorgegeben. Unter Verwendung obiger Formeln für h und CD_3 ergibt sich für $h = 343$ nm und $CD_3 = 231$ nm. Wird der Böschungswinkel $\alpha = 70$ Grad gewählt und die anderen vorgegebenen Parameter werden beibehalten, so berechnet
15 sich h als neuer Wert $h = 166$ nm. CD_3 bleibt unverändert bei 231 nm. CD_3 ist also unabhängig vom Böschungswinkel α und von der Dicke h der zweiten Schicht. Das erfindungsgemäße Verfahren gestattet also ein Verhältnis von Strukturbreite oder konkreter Linienbreite zu Zwischenraum (lines and spaces) von
20 $line/space = 110/220$.

Eine weitere Möglichkeit die zweite Schicht partiell zu öffnen besteht darin, für den ersten Ätzschritt ein Ätzverfahren anzuwenden, dessen Ätzgeschwindigkeit von dem Verhältnis von Tiefe zu Breite abhängig ist, also vom Aspektverhältnis der
25 zu ätzenden Strukturen. Strukturen mit einem geringen Aspektverhältnis, also solchen, mit im Vergleich zu ihrer Tiefe, großen Breite, werden schneller geätzt als Strukturen mit einem hohen Aspektverhältnis, also Strukturen die im Vergleich zu ihrer Tiefe eine geringe Breite aufweisen. Die im Substrat
30 tieferen Strukturen sind also in der zweiten Schicht wieder breiter zu dimensionieren als die im Substrat flacheren Strukturen. Aufgrund der unterschiedlichen Ätzgeschwindigkei-

ten in den Strukturen mit unterschiedlichem Aspektverhältnis ist nach einer bestimmten Zeit eine partielle Öffnung der zweiten Schicht erreicht. Die zweite Schicht ist dann an den Stellen, an denen die Strukturen ein geringes Aspektverhältnis aufweisen, geöffnet und bleibt an den Stellen, an denen die Strukturen ein hohes Aspektverhältnis aufweisen geschlossen.

- 10 Um das oben beschriebene, erfindungsgemäße Verfahren, das nur eine einzige Lithografieebene zum Einbringen von flachen und tiefen Strukturen in ein Substrat 4 benötigt, für die Strukturierung von Kontaktlöchern 12 und Leiterbahnen 11, wie sie in der Figur 4 dargestellt sind, anwenden zu können, wird die im Lithografieschritt benötigte Maske 13 mit Strukturen zum
- 15 Einbringen von Kontaktlöchern 12 und Leiterbahnen 11 in das Substrat 4 versehen. Die Dimensionierung der Kontaktlöcher auf der Maske wird dabei gemäß der oben beschriebenen Berechnung von CD₃, also die erfindungsgemäße Breite der Öffnung 10 für tiefe Strukturen in der ersten Schicht 2, vorgenommen.
- 20 Die Länge der Leiterbahnen zwischen den Kontaktlöchern kann beliebig gewählt werden, ebenso frei wählbar ist ein Verlauf der Leiterbahnen, der je nach Bedarf gekrümmt oder gerade sein kann.
- 25 Die Maske 13 enthält dann Strukturen mit für das erfindungsgemäße Verfahren geeigneter Dimensionierung zum Einbringen von Kontaktlöchern 12 und Leiterbahnen 11 in das Substrat 4 für eine duale Damaszener Strukturierung.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensionierung insbesondere hinsichtlich der Tiefe aufweisenden
5 Strukturen in ein Substrat (4), bei dem:

- das Substrat (4) mit einem Schichtstapel bestehend aus wenigstens zwei Schichten unterschiedlicher Materialien, bedeckt wird,
- 10 - auf die oberste Schicht eine fotoempfindliche Schicht (1) aufgetragen wird,
- auf die fotoempfindliche Schicht (1) die durch eine Maske (13) vor gegebenen, im Substrat (4) eine unterschiedliche Tiefe aufweisenden Strukturen mittels eines Lithografieschrittes abgebildet werden, in der Art und Weise, dass im
15 Substrat (4) herzustellende tiefe Strukturen (9) auf der Maske (13) größer dimensioniert werden als im Substrat herzustellende flache Strukturen (8),
- die im Lithografieschritt belichtete fotoempfindliche Schicht (1) mittels eines Ätzschrittes strukturiert wird,
- 20 - die durch die fotoempfindliche Schicht (1) vorgegebene Struktur in die erste unter der fotoempfindlichen liegende Schicht (2) des Schichtstapels übertragen wird, so dass dort größere und kleinere Öffnungen (5,7) entstehen,
- die unter der ersten Schicht (2) liegende zweite Schicht
25 (3) aus dem Schichtstapel in einem ersten Ätzschritt in der Art und Weise geätzt wird, dass an den Stellen, an denen die darüber liegende, die Struktur enthaltende erste Schicht (2) des Schichtstapels eine größere Öffnung (7) aufweist, die zweite Schicht geöffnet und das Substrat
30 sichtbar wird, und an den Stellen, an denen die erste Schicht (2) eine kleinere Öffnung (5) aufweist, die zweite Schicht (3) noch geschlossen bleibt,

- in einem zweiten Ätzschritt selektiv zur zweiten Schicht in das Substrat (4) bis zur gewünschten Tiefe der tiefen Strukturen (9) hineingeätzt wird,
- in einem dritten Ätzschritt die zweite Schicht (3) an allen Stellen an denen die erste Schicht (2) eine Öffnung aufweist geöffnet wird und
- in einem vierten Ätzschritt in das Substrat (4) bis zur gewünschten Tiefe der flachen Strukturen (8) hinein geätzt wird.

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass für den ersten Ätzschritt ein in der zu ätzenden zweiten Schicht (3) schräge Seitenwände (6) erzeugendes Ätzverfahren verwendet wird.

3. Verfahren nach Anspruch 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass ein Böschungswinkel α zwischen den schrägen Seitenwänden (6) und einer Horizontalen durch gewählte Ätzprozessparameter festgelegt wird.

4. Verfahren nach Anspruch 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass sich eine Dicke h der zweiten Schicht (3) bei einer vorgegebenen Breite CD_1 der flachen Struktur (8) im Substrat (4) und vorgegebenem Böschungswinkel α nach $h = (1+x) \frac{1}{2} CD_1 \tan \alpha$ berechnet, wobei x im Bereich $0 \leq x \leq 1$ wählbar ist.

5. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die im Substrat (4) tiefen Strukturen (9) in der ersten Schicht (2) mit einer Breite $CD_3 = CD_2 + (1+x) CD_1$ vorgesehen

werden, wobei CD_2 eine vorgegebene Breite der tiefen Struktur (9) im Substrat (4) ist.

6. Verfahren nach Anspruch 1,

5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass für den ersten Ätzschritt ein Ätzverfahren verwendet wird, dessen Ätzgeschwindigkeit abhängig ist von dem Verhältnis von Tiefe zu Breite der zu ätzenden Struktur.

10 7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
- nach dem dritten Ätzschritt eine alle Öffnungen ausfüllende weitere fotoempfindliche Schicht (1'') aufgetragen wird und
- die weitere fotoempfindliche Schicht (1'') bis unter einen
15 unteren Rand der zweiten Schicht (3) in den tiefen Strukturen (9) und in den kleinen Öffnungen (5) für die flachen Strukturen (8) zurück geätzt wird.

20 8. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der Schichtstapel mit Schichten bestehend aus den Materialien fotoempfindlicher Lack, SiO_2 , Polysilizium, SiO_2 vorgesehen wird.

25 9. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass auf der Maske (13) Strukturen zum Einbringen von Kontaktlöchern (12) und Leiterbahnen (11) in das Substrat (4) vorgesehen werden.

30

10. Maske zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 9,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Maske (13) Strukturen mit geeigneter Dimensionierung für das Einbringen von Kontaktlöchern (12) und Leiterbahnen (11) in das Substrat (4) enthält.

Zusammenfassung

Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensio-
nierung aufweisenden Strukturen in ein Substrat

5

Verfahren zum Einbringen von eine unterschiedliche Dimensio-
nierung insbesondere hinsichtlich der Tiefe aufweisenden
Strukturen, bei dem anstelle von zwei Lithografieebenen nur
eine Lithografieebene benötigt wird. Dies wird erreicht, in
10 dem eine, die Information bezüglich der Dimensionierung der
unterschiedlichen Strukturen speichernde zweite Schicht (3)
auf das zu strukturierende Substrat (4) aufgebracht wird.
Diese Schicht wird partiell an den die tiefen Strukturen (9)
vorgebenden Stellen geöffnet und in einem Ätzschritt werden
15 an den offenen Stellen die tiefen Strukturen (9) in das Sub-
strat (4) hineingeätzt. In einem weiteren Ätzschritt wird die
zweite Schicht (3) an den die flachen Strukturen (8) vorge-
benden Stellen geöffnet, die anschließend bis zur gewünschten
Tiefe in das Substrat (4) geätzt werden. Besonders anwendbar
20 ist das Verfahren für die duale Damaszener Technologie zur
Strukturierung von Kontaktlöchern (12) und Leiterbahnen (11).

(Fig. 2E)

Bezugszeichenliste

- 1 fotoempfindliche Schicht
- 1' neue fotoempfindliche Schicht
- 5 1'' weitere fotoempfindliche Schicht
- 2 erste Schicht
- 3 zweite Schicht
- 4 Substrat
- 5 kleine Öffnung
- 10 6 schräge Seitenwände
- 7 große Öffnung
- 8 flache Struktur
- 9 tiefe Struktur
- 10 Öffnung
- 15 11 Leiterbahn
- 12 Kontaktloch
- 13 Maske
- 14 Maske für Leiterbahnstrukturierung
- 15 Maske für Kontaktlochstrukturierung
- 20
- 25

FIG 1A

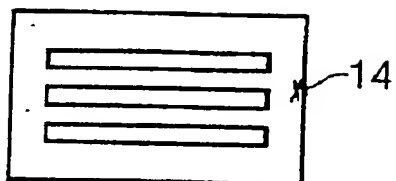


FIG 1B

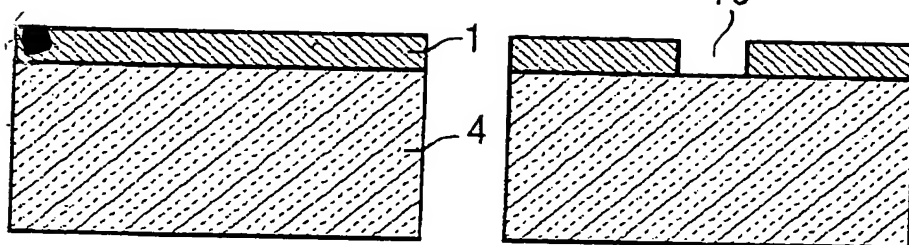


FIG 1C

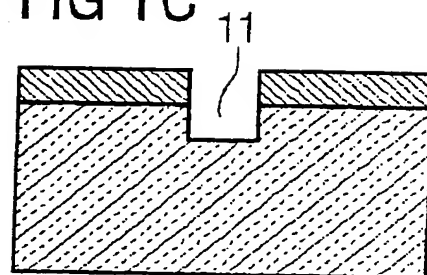


FIG 1D

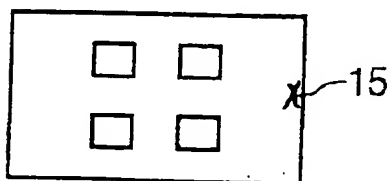


FIG 1E

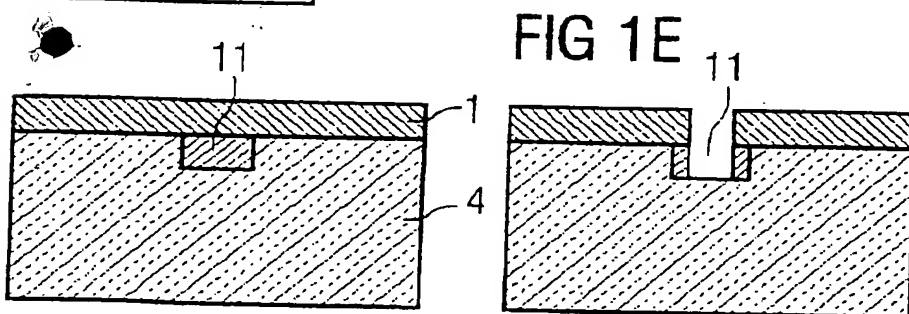


FIG 1F

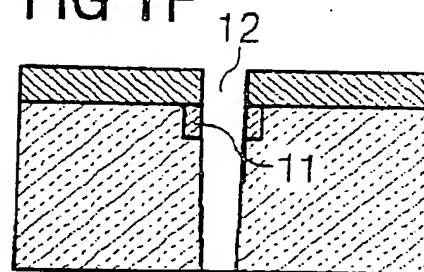


FIG 2A

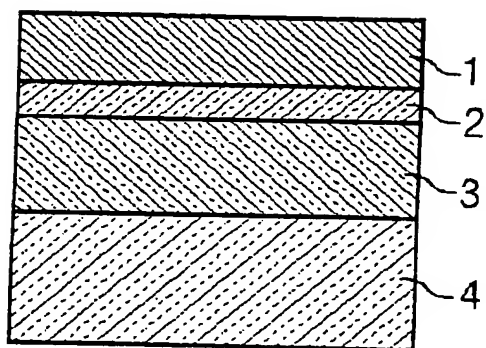
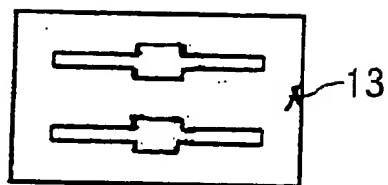


FIG 2B

FIG 2C

FIG 2D

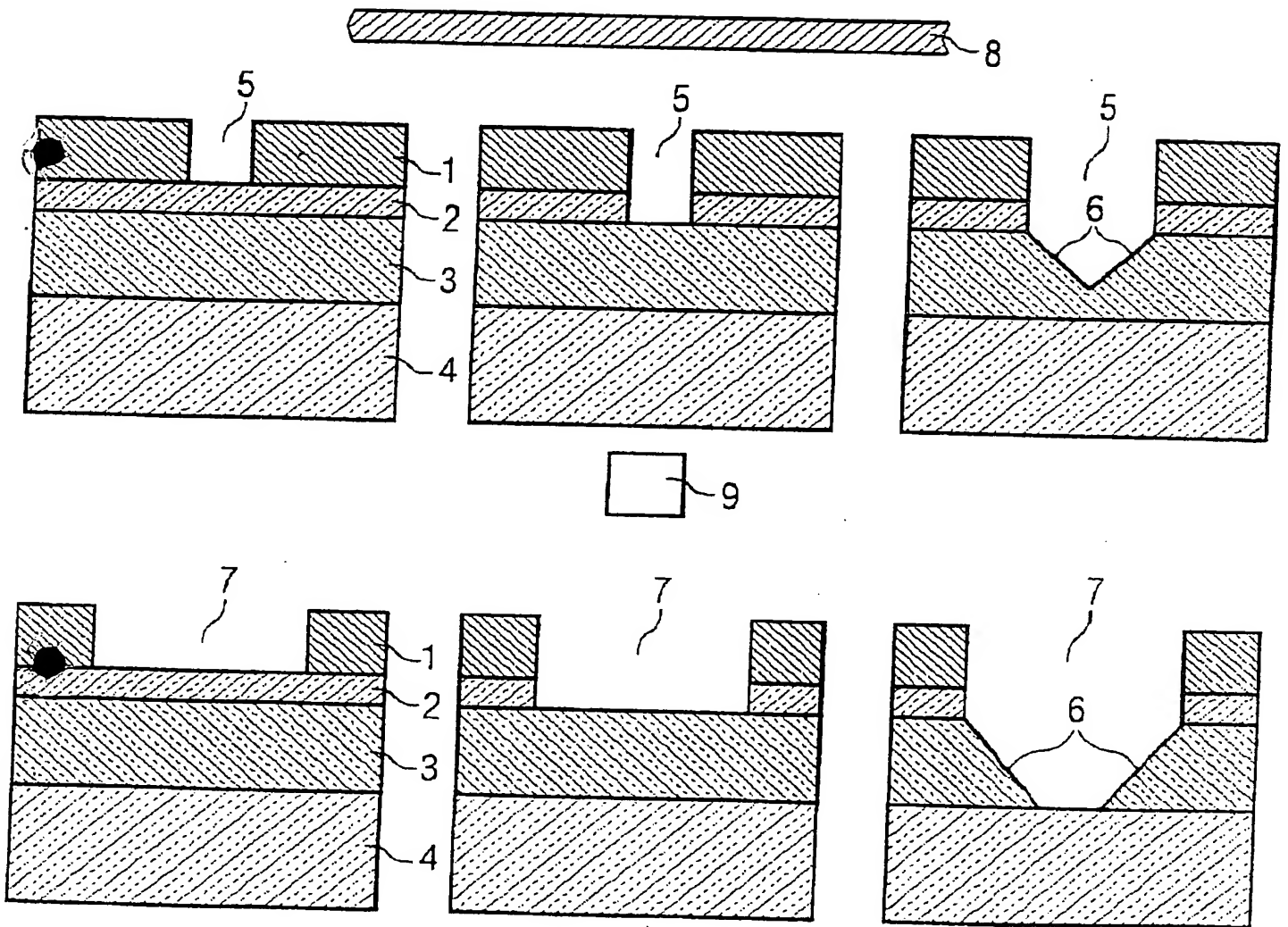


FIG 2E

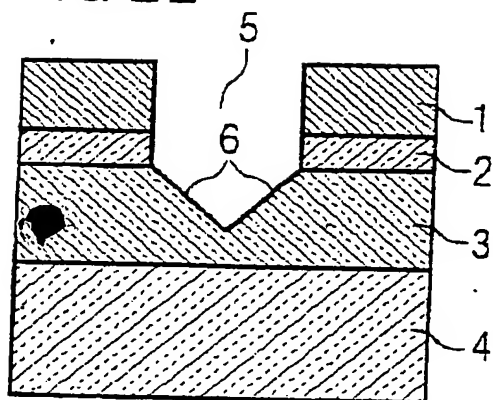


FIG 2F

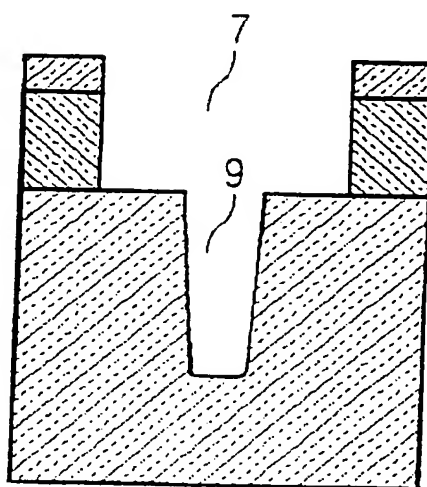
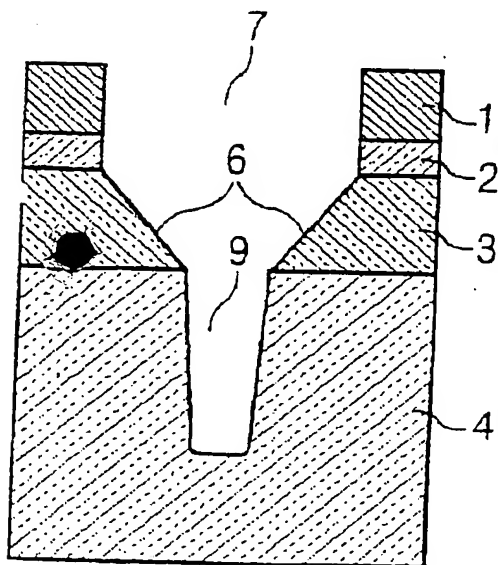
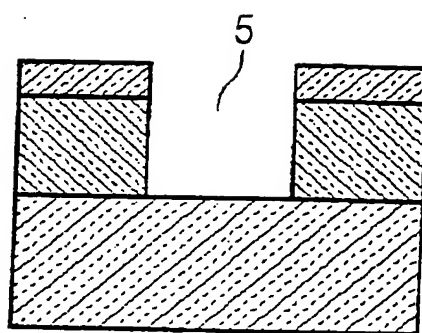


FIG. 2G

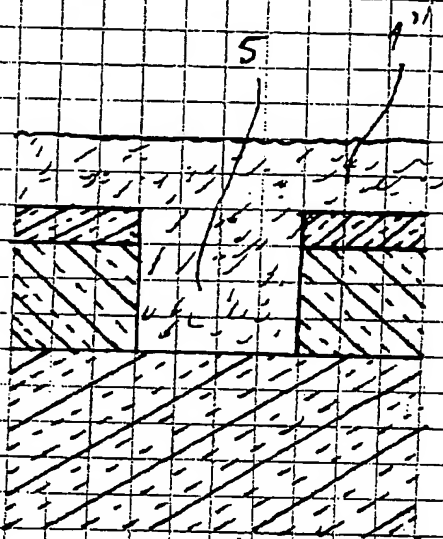


FIG. 2H

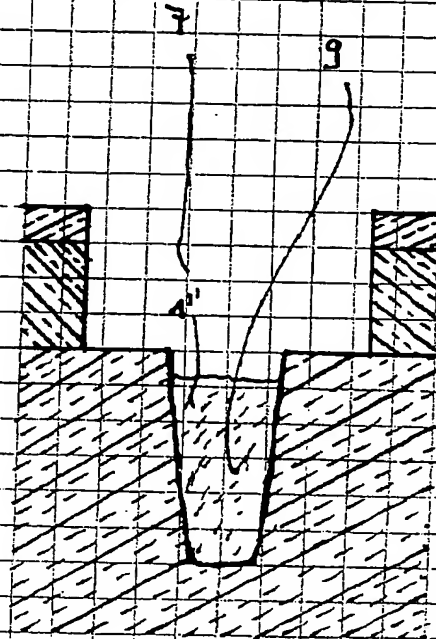
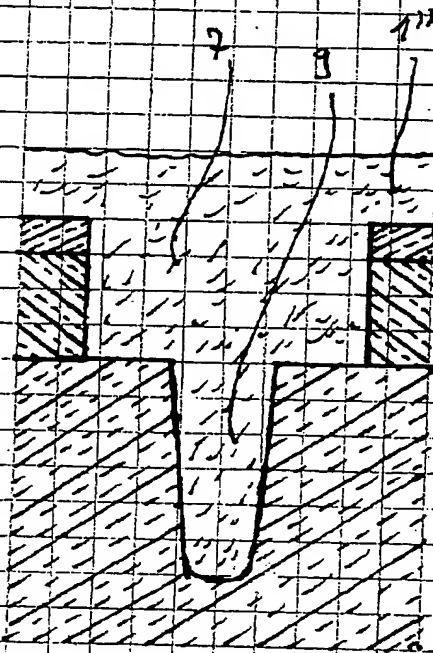
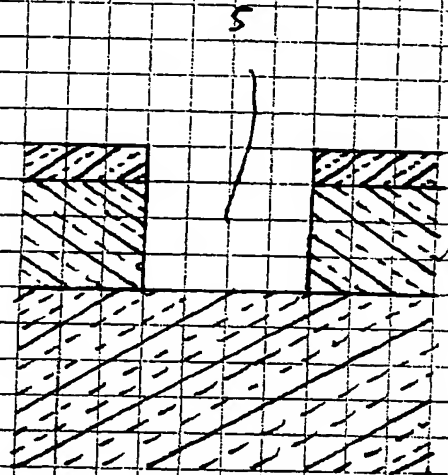


FIG 2 I

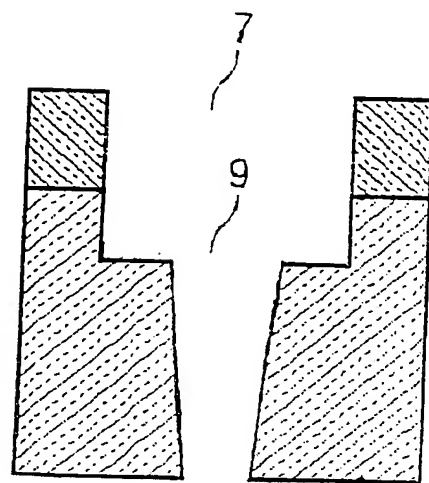
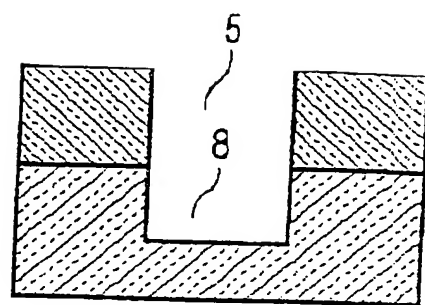


FIG 3A

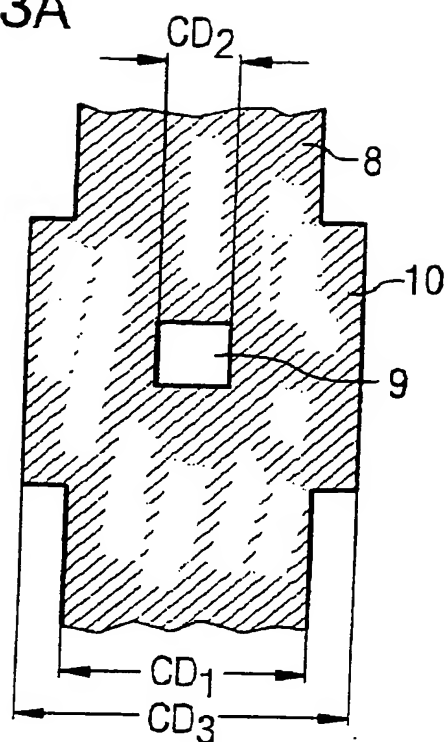


FIG 3B

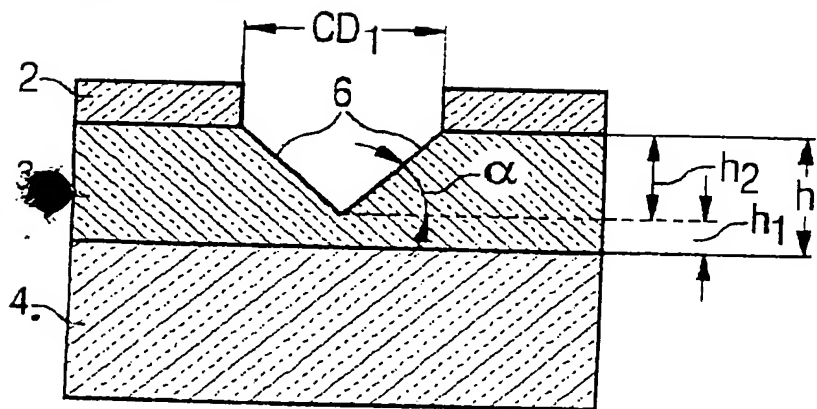


FIG 3C

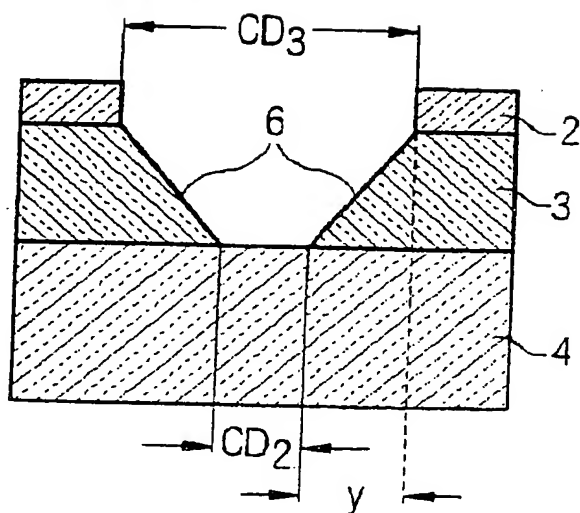
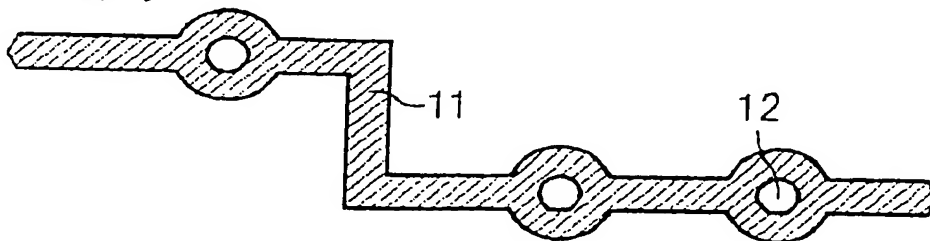


FIG 4



Figur für die Zusammenfassung

FIG 2E

